Aus dem Hygienischen Institut der Universität Tübingen
Vorstand: Prof. Dr. K. Wolf.

Angebliche Schädlichkeit des Aluminiumgeschirrs.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde
der Medizin, Chirurgie und Geburtshilfe
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen
vorgelegt von

Hermann Eppinger
aus Sulzbach a. d. Murr.

Druck der Buchdruckerei Eugen Göbel in Tübingen
1931

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität Tübingen.

Dekan. Prof. Dr. K o h l r a u s c h.
Berichterstatter: Prof. Dr. W o l f.

Meiner lieben Mutter

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548004_0126

Allgemeines über Metallgiftigkeit.

Gift ist jede chemische Substanz, die mit dem lebenden Protoplasma reagiert und seine Funktion ändert. Bei jedem noch so wirksamen Gift gibt es aber eine untere Grenze der Wirksamkeit. Abgesehen von der Menge des applizierten Giftes ist die Wirkung desselben noch abhängig von der Löslichkeit, der Resorption und der Ausscheidung.

Die schweren Metalle zeigen in ihren Wirkungen, wie in ihren Resorptions- und Ausscheidungsverhältnissen gewisse Regeln.

Die lokale Wirkung der schweren Metalle ist von ihrer Affinität zu Eiweiß abhängig. Kommt ein lösliches Metallsalz mit dem Gewebe in Berührung, so bildet sich Metallalbuminat. Ist diese Fällung ganz oberflächlich, so nennt man ihre Wirkung adstringierend, erstreckt sie sich in die Tiefe, so ist sie ätzend.

Die resorptive Wirkung teilt man in akute und chronische. Erstere ist selten, da die meisten Metalle nur in geringen Mengen im Magen-Darm-Kanal resorbiert werden. Sacher (1) teilt die Metalle in 3 Gruppen. Erstens: fast resorbierbare: Fe, Mn; zweitens schwer resorbierbare: Al, Au, Pb, Ni, Cu, Zn, Ag; drittens leicht resorbierbare: Pb, Cd, Hg, Sn. Dies gilt für die unversehrten Schleimhäute, anders ist es bei Wundflächen. Die schwere, sowie die langsame Resorption erklärt sich vielleicht aus der schweren Löslichkeit der Albuminate. Die chronische Metallvergiftung tritt ein, wenn längere Zeit hindurch kleinere Mengen aufgenommen wurden.

Experimentell untersucht man die Wirkungen der Metalle durch Verfütterungsversuche, subkutane, intravenöse und intraperitoneale Injektionen. Die Vergiftungssymptome äußern sich in Entzündungen des Magen-Darmkanals und der Nieren, Lähmung des Zentralnervensystems, fettiger Degeneration verschiedener Organe, Zerstörung der roten Blutkörperchen und peripherer Gefäßlähmung.

Die Ausscheidung erfolgt hauptsächlich in den Darmkanal durch die Schleimhaut und die Galle; weiter durch die Nieren, jedoch meist sehr langsam.

Speicherung der Metalle findet oft für lange Zeit in Leber, Milz und Nieren statt.

Im Sinne obiger Definition sind alle schweren Metalle Gifte. Bei den in den Körper gelangenden Mengen kann es sich jedoch infolge der schlechten Resorption nur um Bruchteile der dargereichten handeln.

Schädlichkeiten anderer Metallgeschirre.

1. Blei.

Blei wird nicht allein vom Magen-Darmkanal, sondern auch von der intakten und kranken äußeren Haut, nach Kober (2) in Dampf- und Staubform selbst von der Lunge aus absorbiert. Innerlich werden in Wasser unlösliche Pb-Verbindungen, wie Pb-sulfate, Pb-chromat und metallisches Pb-pulver löslich und resobierbar. Trotzdem sind akute Bleivergiftungen selten im Gegensatz zu chronischen (1:200). In früheren Zeiten hat Blei dadurch, daß es zu Kesseln und Trinkgefässen verwendet wurde, häufig zu Vergiftungen geführt. Das deutsche Reichsgesetz vom 2. Juni 1887 über den Verkehr mit blei- und zinkhaltigen Gegenständen verbietet daher, daß Eß-, Trink- und Kochgeschirre mehr als 10 % Blei enthalten, ebenso die zum Verschluß von Konservenbüchsen und zum Löten von Geschirr benützten bleihaltigen Lötmassen. Ferner darf das zum Verzinnen von Eß-, Trink- und Kochgeschirren benutzte Zinn nur 1 % Blei enthalten. Entsprechende Bestimmungen gelten für andere Gebrauchsgegenstände, die mit Speisen und Getränken in Berührung kommen. Trotzdem ereignen sich noch Massenvergiftungen durch Verwendung bleierner Wasserleitungsröhren, wenn das Wasser reich an Kohlensäure ist und zeitweise Luft in den Röhren steht, so die Massenvergiftung in Emden und Dessau. Auf Grund eingehender Studien über die Aufnahme bleihaltigen Wassers kommt L. Teleky (3) zu dem Resultat, daß 0,72-2 mg Blei täglich durch mehrere Monate hindurch genommen zur Pb-vergiftung führt. Daß diese geringe Menge schon giftig ist, beruht auf der langsamen Ausscheidung bei relativ leichter Resorption, also auf einer kumulativen Wirkung.

Dasselbe Reichsgesetz bestimmt auch, daß Eß-, Trink- und Kochgeschirre nicht mit Email oder Glasuren versehen sein dürfen, welche bei halbstündigem Kochen mit 4 %iger Essigsäure an diese Blei abgeben. Diese Vorschrift wurde dahin gemildert, daß bis zu 2 mg Pb auf 1 L bei ½stündigem Kochen abgegeben werden dürfen. Es ist nun aber unmöglich, einem solchen Geschirr anzusehen, ob es wirklich diese Eigenschaften besitzt (55). So berichten M. Klostermann

und K. Scholta (4) über Bleivergiftung nach Genuß von Pflaumenmus, das in Pb-haltigen Emailkesseln eingekocht worden war. Es enthielt 0,077—0,0104 % Pb. Ja selbst Schnupftabak, der in Pb-folien verpackt war und Schnaps, der aus einem mit Pb-emaille glasiertem Gläschen getrunken wurde, führten mit der Zeit zu chronischer Bleivergiftung.

In einer neueren Arbeit, in der sie auch letztere Krankheitsfälle erwähnen, bezeichnen Uglow, Reberg und Bollina (56) Pb-haltige Töpfergeschirre als „wahrhaft soziales Übel". Sie haben zweifellos recht, denn es kann infolge der Wirksamkeit sehr geringer Mengen Blei trotz aller Vorsichtsmaßregeln zu Vergiftungen kommen.

Zink.

Zink und seinen Salzen kommt zufolge der Erfahrung des praktischen Lebens und des Ergebnisses experimenteller Untersuchungen eine entschieden geringere toxikologische Bedeutung zu als dem Blei.

Akute Vergiftungen kommen bei Morden, Selbstmorden und Verwechslungen vor, am meisten durch Chlorzink. Chronische Zinkvergiftung soll es nach vielen Autoren gar nicht geben. Es ist auch nicht bekannt, daß Menschen, die Nahrungsmittel zu sich nehmen, die der Verschönerung halber mit Zink versetzt wurden, wie z. B. amerikanische Ringäpfel, erkrankten. Vielfach sind stark zinkhaltige Trinkwässer schon jahrzehntelang in Verwendung, ohne den Menschen Schaden zugefügt zu haben. So untersuchte J. Mylius (5) einige Brunnen:

I. Hornbrunnen in Freiburg 0,002 g Zn-Oxyd im L seit 30 Jahren
II. Privatbrunnen in Friedeberg 0,005 g Zn-Oxyd im L seit 3 Jahren
III. Gemeindebrunnen in Tuttendorf 0,007 g Zn-Oxyd i. L s. 100 Jahren

Auffallend ist der starke Zinkgehalt menschlicher und tierischer Organe, der nach Kost und Weitzel (7) für Leber 145 mg, Muskel 51 mg und Gehirn 12,5 mg Zn beträgt.

Auf Grund von Tierversuchen, bei denen er einem Hund in 335 Tagen 155,6 g Zink fütterte — also täglich 0,45 g — kam K. B. Lehmann (6) zu dem Schluß, daß Zinkmengen, wie sie im Haushalt durch Genuß zinkhaltiger Speisen und Benutzung von Geräten aus Zink und Messing vom Menschen aufgenommen werden, nicht gesundheitsschädlich sind.

Zinn.

Über angebliche Zinnvergiftung nach Konservengenuß wurde vielfach geschrieben; meistens jedoch stellte es sich heraus, daß eine Pto-

main-Vergiftung vorlag. Genaue Untersuchungen wurden von Lehmann (8) gemacht. Nach ihm greifen besonders Äpfel- und Weinsäure-haltige Konserven das Metall an und sind nicht unbedenklich, wenn sie mehrere 100 mg Zinn enthalten. Jedoch sind die Mengen, wie sie gewöhnlich aufgenommen werden können (4—6 mg Zinn pro kg und Tag) ohne Schaden. Im Tierversuch waren 10—11 mg pro kg und Tag bei 1—1½ jahrelanger Zufuhr unschädlich. Erst bei höheren Dosen treten nach Ungar und Bodländer (9) beim Tiere toxische Symptome auf. Wichtig ist vor allem noch der anfangs erwähnte Pb-Gehalt der Zinngegenstände.

Nickel.

Wegen seiner vielfachen Verwendung zu Hausgeräten und Kochgeschirren hat Nickel allseitig Interesse gefunden. Doch ist bis jetzt noch nie eine Intoxikation bei üblicher Benutzung von Nickelgeschirr beobachtet worden. Rohde (10) hat z. B. in seinem Haushalte 5 Jahre lang Nickelgeschirr nicht nur zum Kochen, sondern auch zum Einmachen von Früchten ohne Schaden benutzt. Nachteilig ist aber die Verfärbung mancher Speisen beim Kochen. So werden Kartoffel und Milch bläulich. Im Tierversuch wurden nach Kobert (2) Meerschweinchen monatelang von Riche und Laborde mit 50 mg $NiSO_4$ täglich ohne Schaden gefüttert.

Kupfer.

Akute Kupfervergiftungen kommen relativ häufig vor. Meistens sind es Kupfervitriol und Grünspan, die aus Verwechslung oder zum Zwecke eines Mordes mit Nahrung aufgenommen werden. Die lokale Wirkung ist besonders stark bei der ätzenden Cu-Verbindung, wogegen die nicht ätzenden wie Cu-albuminate ungiftig sind (Kobert (2)).

Wichtiger ist die Frage einer chronischen Kupfervergiftung. In vielen Nahrungsmitteln ist Kupfer teils absichtlich, teils unabsichtlich enthalten. So werden grüne Erbsen, Bohnen und Gurken gekupfert. Ihre grüne Farbe bleibt dadurch erhalten, daß mit Cu-sulfat phyllozyaninsaures Kupfer gebildet wird. Ferner ist oft in Mehl und Wein Kupfer nachzuweisen. Bei vorsichtiger Kupferung sind diese Mengen nach Tschirch (11) unschädlich. Neuerdings macht jedoch Adrianoff (17) auf einen besonderen Punkt aufmerksam. Von der Tatsache ausgehend, daß die cirrhotische Leber beträchtlich größere Cu-Mengen enthält als die gesunde, konnte Adrianoff in Versuchen nachweisen, daß bei Ratten nach Verfütterung organischer

Cu-Verbindung keine Leberschädigung hervorgerufen wurde, auch nicht bei gleichzeitigen reichlichen Alkoholdosen. Dagegen wiesen anorganische Cu-Verbindungen, namentlich Cu-sulfatpräparate in zahlreichen Fällen typische annuläre Lebercirrhosen hervor. Die kupferbelastete Leberzelle reagiert nach Adrianoff auf diese toxisch-mechanische Schädigung mit Proliferation von Bindegewebe. In den Gemüsekonserven, die in Deutschland, der Schweiz, Italien und Frankreich 100 mg Cu pro kg enthalten dürfen, sieht er die Quelle des leberschädigenden anorganischen Kupfers.

Der Verwendung von kupfernen Kochgeschirren wird ebenfalls der Vorwurf der Gesundheitsschädigung gemacht. Eine Untersuchung des Kaiserlichen Gesundheitsamtes (12) beschäftigt sich eingehend mit dieser Frage und bestätigt die Resultate schon früher gemachter Versuche unter K. B. Lehmanns Leitung. Unter ihnen sind besonders interessant die von J. Meyerhardt (in 12), A. Kant (in 12) und E. Mock (in 12). Meyerhardt fand, daß Cu-Gaben bis zu 20 mg täglich für den Menschen unschädlich sind. Er selbst nahm 80 Tage lange eine Cu-Vitriollösung zur Prüfung der Giftigkeit von Konserven ohne Schaden. Kant untersuchte das Verhalten von Wein und Essig zu Cu. Er nahm selbst in 51 Tagen 1,04 g Cu in Form von essigsaurem Cu ohne Schaden. E. Mock bestimmte die Cu-Aufnahme von Butter und fetten Speisen in Cu-Gefäßen. Es zeigte sich kein anderes Verhalten der fettsauren Cu-Salze als der übrigen Cu-Salze.

Die relative Unschädlichkeit des Kupfers bei Genuß kupferhaltiger Speisen, sei es durch Zusatz oder durch Aufnahme während des Kochens, beruht erfahrungsgemäß auf der sehr geringen Resorption des Cu aus den fast unlöslichen Albuminaten. Wenn auch die Schädlichkeit der Kupfergeschirre nicht so groß, wie anfangs vermutet ist, so ist eine solche doch möglich durch Kochen stark säurehaltiger Speisen in Kupferkesseln. Die praktische Erfahrung beweist die starke Angriffsfähigkeit säurehaltiger Stoffe, da Kupfervergiftungen nach Genuß von Früchten, die in Cu-Kesseln eingekocht wurden, nach Poulsson (13) ab und zu vorkommen.

Emaille.

Emaille ist eine glasartige Masse, aus Quarzen, Soda und Bleioxyd zusammengesetzt. Als Trübungsmittel wird häufig auch Antimon verwendet, hauptsächlich Leukonit (Natriummetaantimoniat) und Timonox (Antimontrioxyd). Die ungiftigen fünfwertigen Antimonverbindungen gehen während des Schmelzprozesses teilweise in giftige dreiwertige vom Charakter des Brechweinsteins über. F. Flu-

ry (14) stellte fest, daß beim Zubereiten von sauren Speisen Antimon abgegeben wird, und hält deshalb antimonhaltiges Emailgeschirr für bedenklich, seine Tierversuche bestärkten ihn in dieser Annahme. Jedoch zu einem andern Schlusse kommt B. Rewald (15), dessen Ergebnisse bei Tierversuchen zeigen, daß die Antimonverbindungen in den Mengen, wie sie beim Kochversuch gelöst werden, für den Menschen unschädlich sind. Auf jeden Fall, wie dem auch sei, ist es vom gesundheitlichen Standpunkte aus zu erstreben, antimonfreie, oder was auch gelingt, widerstandsfähige Emaille herzustellen. Daß nicht nur Säure, sondern auch absolut harmlose Speisen Blei aufnehmen können, wurde von Weyl (16) beobachtet an einem Fall von echter Pb-Vergiftung nach Genuß von Maccaroni, die in einem Emailtopf gekocht waren. Die Bleigefahr ist umso bedenklicher, als es bei Emailgeschirren nicht allein zu chemischen, sondern auch zu mechanischen Angriffen auf die Gefäßwand kommt. Die dadurch entstehenden Splitter ermöglichen noch bessere Lösungsbedingungen. Gleichzeitig kann aber, wenn auch selten vorgekommen, eine mechanische Schädigung des Verdauungstraktes durch solche Absprengungen verursacht werden.

Schädlichkeit des Al-Geschirrs.

Allgemeines.

Al ist das weitverbreitetste Metall der Erde und nächst Silizium das weitverbreitetste Element. Trotzdem ist es in der Reihe der Nutzmetalle das jüngste; nicht etwa, weil man in ihm einen Schädling vermutete, sondern da seine Affinität zu Sauerstoff und den meisten Metalloiden so groß ist, daß es erst spät gelang, es als Metall aus seinen Verbindungen zu gewinnen. In der Natur kommt es vor als Alaunstein, Alaunschiefer, Alaunerde, Ton und Permutit und in dem für die heutige Darstellung maßgebenden Rohstoff, dem Bauxit.

Im Jahre 1824 stellte Oerstaedt Al-chlorid her und drei Jahre später gelang es Wöhler durch Versetzung desselben mit Kalium das Al-Metall zu erhalten, allerdings erst als graues Pulver. 1845 nahm er die Versuche wieder auf und konnte da bereits glänzende Kügelchen des Metalls herstellen, an Hand derer er seine physikalischen und chemischen Eigenschaften bestimmte. Der Franzose St. Claire-Deville, der die Methoden Wöhlers verbesserte und durch Ersatz des Kalium mit Na verbilligte, beschäftigte sich seit 1854 mit der Al-Herstellung und schon 1855 waren auf der Weltausstellung in Paris Blöcke des St. Claire-Deville'schen „Silber aus Lehm" ausgestellt. Er war es auch, der durch Gründung eines Werkes in Salin-

dres (Frankreich) die Al-Gewinnung zuerst industriell einführte und nach seinem Verfahren der Reduktion mit Na-Al-chlorid betrieb. Doch gelang es 1854 Bunsen mit Deville das Na-Al-chlorid durch den elektrischen Strom zu ersetzen und 1856 zerlegte Deville auf demselben Wege auch Kryolith-Na-Al-Gemisch. An eine technische Ausnützung dieses Verfahrens war damals noch nicht zu denken, so daß bis 1888 der chemische Weg der Gewinnung des Al eingehalten wurde. Die Bearbeitung des elektrischen Verfahrens schritt indes fort und 1888 und 1889 wurden neue grundlegende Methoden für Hell, Héroult und Minet patentiert. Der Deutsche M. Kiliani baute Héroult's Verfahren der Zerlegung von Tonerde, welche in Kryolith gelöst ist, aus und wurde damit zum Begründer der modernen Al-Industrie. Die Aufschließung des Bauxits, des heute üblichen Ausgangsstoffes, erfolgt durch verschiedene Verfahren, auf die hier nicht eingegangen werden kann.

Trotz aller schlechten Prophezeiungen über die Untauglichkeit des Metalls ist heute die Al-Industrie zu einem konkurrenzfähigen Zweige der Metallindustrie geworden. In kurzer Zeit hat sich das Al, seiner angenehmen Eigenschaften wegen, vor allem durch seine Leichtigkeit und sein schmuckes Aussehen, zu einem schwer zu entbehrenden Metall gemacht. Gibt es doch heute keinen häuslichen oder industriellen Betrieb, in den es nicht Einzug gehalten hätte.

Nicht nur in seiner Form als Metall benützen wir Al, sondern es ist auch in einigen der gebräuchlichsten Medikamente enthalten. So wird es namentlich verwendet als essigsaure Tonerde zur Antiseptik, wozu es vor der Zeit der Karbolsäure schon empfohlen wurde. Ein weiteres wichtiges Mittel ist Alaun = Kalialaun = $KAl(SO_4)_2 + 12H_2O$, ein Adstringens. Günstige Erfahrungen wurden auch mit der Verwendung von Al-Folien anstatt Verband-Gaze bei sezernierenden Wunden gemacht (8). Wesentlich ist die antibakterielle Wirkung der Metallfolie neben dem praktischen Vorteil.

Als Bolus alba = Argilla (Al-silikat) dient es als Constituens bei Pillen und wird innerlich bei Diarrhoe und Ruhr genommen. Durch die Verwendung des Al als Medikament sind auch Fälle von Vergiftungen bekannt geworden, dabei handelt es sich um absichtlich oder versehentlich getrunkene essigsaure Tonerde oder Alaun. In nur 3 Fällen (nach Kobert (2) trat der Tod durch Gastroenteritis ein. Der innerlichen Zuführung reiner Tonerde ist von pharmakologischer Seite nichts in den Weg zu legen, nach Poulsson (19) und Sacher (1) keine resorptiven Wirkungen des Al beobachtet werden konnten. Es werden nicht geringe Dosen, wie Bolus alba in Dosen von 50 bis 100 g, ohne Schädigung vertragen, ebenso Pillen auf lange Zeit, bei

denen jede 100 mg Argilla enthält, ohne Zeichen einer chronischen Vergiftung. Eine tödliche Vergiftung ist erst nach subkutanter Injektion zu erreichen, nach S i e m (20) beträgt die letale Dosis 250 bis 300 mg pro kg subkutan.

In größeren Mengen genossen, ist also eine Schädigung der Gesundheit durch Al-Verbindungen möglich, dabei werden, wie bei den andern Metallen, die Schleimhäute verätzt unter Bildung von Al-Eiweißverbindungen. Da, wie bekannt, alle Metalle eine gewisse Angreifbarkeit bei Berührung mit Speisen und Getränken zeigen, so ist es vom Standpunkt der öffentlichen Gesundheitspflege aus überaus wichtig, diese für Al festzustellen, um einer Schädigung, die wie oben besprochen, durch Al in größeren Mengen aufgenommen, möglich ist, vorzubeugen. Um den Grad der Al-Abgabe beim Aufbewahren und Zubereiten von Speisen und Getränken festzustellen, wurden bei uns in Deutschland die ersten Untersuchungen gleich in den Anfängen der allgemeinen Verbreitung des Metalls in Küche und Haushalt vorgenommen. Im Jahre 1892 hatte P l a g g e (21) im Auftrage der Medizinalabteilung des Preußischen Kriegsministeriums Feldflaschen und Kochgeschirre aus Al auf ihre Verwendbarkeit im Heere zu prüfen. Er fand keinerlei Schädlichkeit des Al-Geschirrs, auch keine Beeinflussung des Geschmackes des Inhalts, so daß nichts gegen die Verwendung einzuwenden sei. Sein Urteil bestätigte er noch dadurch, daß er seine Laboratoriumsdiener ein ganzes Jahr lang ihre Speisen nur in Al-Gefäßen kochen ließ, ohne daß dabei auch nur die geringste Beeinträchtigung ihrer Gesundheit aufgetreten wäre, ja sie nahmen sogar an Gewicht zu. Ein Jahr später, 1893, führten P l a g g e und L e b b i n (22) die Arbeit weiter aus und kamen zu demselben Schluß. Noch eine Reihe anderer Autoren, auf die wir im Laufe der Besprechung immer wieder zurückkommen werden, bestätigten die absolute Harmlosigkeit des Al-Geschirrs. Als Ende der älteren Untersuchungen können wir das Gutachten, das O h l m ü l l e r und Heise (23) im Auftrage des Kaiserlichen Gesundheitsamtes 1893 ausarbeiteten, ansehen. Auf Grund eingehender selbständiger Beobachtungen, auch in Tierversuchen, und unter Hinzuziehung anderer früherer Ergebnisse kamen sie zu folgendem Schluß:

I. Das Al wird innerhalb der für Eß-, Trink- und Kochgeschirre im allgemeinen in Betracht kommenden Zeit durch saure und alkalische Flüssigkeiten, sowie Salzlösungen angegriffen und zwar bei Zimmerwärme in verhältnismäßig geringem Grade. Bei Siedehitze ist die Löslichkeit sehr verschieden und erreicht in manchen Fällen beträchtliche Größe.

II. Die Angreifbarkeit der Geschirre wird mit der Zeit infolge von Veränderungen der Oberfläche des Metalls häufig geringer.

III. Schädigungen der Gesundheit durch denGenuß von Speisen oder Getränken, welche in Al-Geschirren gekocht, oder bewahrt worden sind, sind bei den gewöhnlich in Betracht kommenden Verhältnissen nicht zu erwarten.

Damit war bei uns die Frage der Unschädlichkeit des Al-Geschirrs erledigt. Da trifft im Jahre 1927 aus Amerika eine Veröffentlichung ein: „Krankheit und frühes Grab durch die moderne Küche" (24). In ihr macht der Autor, Dr. H e l d, Direktor der Gesundheitsliga in den U. S. A., starke Angriffe auf Al-Geschirr und stützt sich dabei wesentlich auf ein Vorkommnis in Kansas City (27. II. 1927), wo bei einem Essen von 554 Gästen mehr als 150 erkrankten. Die Ursache sucht H e l d darin, daß die Speisen in frischen Al-Geschirren gekocht wurden. Auf die Zusammenstezung und Qualität der Speisen, wie auf den Verlauf der Erkrankung geht der Autor nicht weiter ein. Ferner schreibt er, daß mit der Zunahme der Verwendung des Al-Geschirrs Krankheiten des Magens und Darms zugenommen haben und endlich, daß auch die steigenden Zahlen der Krebserkrankungen darin ihre Ursache haben. In ähnlichen Äußerungen über Al-Schädlichkeit läßt sich ein anderer Amerikaner, Dr. B e t t s, aus (25). Diese Nachricht, die sich nicht nur in der amerikanischen, sondern auch in der europäischen Öffentlichkeit rasch verbreitete, erweckte allseitiges Interesse. Für und wider Al wird in allen möglichen Zeitungen und Zeitschriften geschrieben mit dem Ergebnis, daß das Mißtrauen der Allgemeinheit geweckt wurde. Die Folgen machen sich bereits in einem Umsatzrückgang des Al-Verbrauchs für Geschirre bemerkbar.

Das Reichsgesundheitsamt wies die Vorwürfe gegen Al in seiner Veröffentlichung (26) zurück und berief sich auf die in den letzten Jahrzehnten angestellten wissenschaftlichen Untersuchungen, die keinerlei Anhaltspunkte für Bedenken gegen die Verwendung von Al-Geschirr zur Aufbewahrung und Zubereitung von Getränken und Speisen vom gesundheitlichen Standpunkt aus ergaben. Ferner wird in derselben Veröffentlichung auf ein Inserat des Direktors d. „American food journal institute" und Herausgebers des „American food Journal" Stuart Gibbs im „Journal of American medical association" hingewiesen, in der er als Sachverständiger für Diätküchen, Lehrer an Haushaltungsschulen und Lehrer für Ernährungsfragen, den Vorteil des Al-Geschirrs hervorhebt.

Natürlich hat dieser Streit der Meinungen eine Reihe von Forschern zur erneuten Prüfung der Al-Schädlichkeiten veranlaßt, vorzüglich Deutsche und Amerikaner.

Nach diesem kurzen Überblick über die Al-Frage soll in Folgendem der Stand unserer Kenntnisse über Al an Hand aller bis heute gemachten wissenschaftlichen Untersuchungen klargelegt werden.

Al-Gehalt der Nahrungsstoffe.

Ehe wir auf eine etwaige Schädlichkeit des Al eingehen, müssen wir uns doch umsehen, ob wir nicht von dem am meisten verbreiteten Element der Erde auch mit unserer Nahrung gewisse Mengen aufnehmen. Während früher vielfach die Ansicht vorherrschte, daß Tiere und Pflanzen Al-frei seien, stellten neuere Versuche mit Sicherheit Al in unseren Nahrungsmitteln fest (27).

Die Verschiedenheit der Angaben über den Al-Befund beruht auf dem nicht ganz zuverlässigen Verfahren der Al-Bestimmung. Unter den Methoden, die angewendet werden können, unterscheiden wir die indirekte und die direkte Methode zur Bestimmung des Al-Gehalts der Nahrungsmittel. Die erste beruht auf der Bestimmung des Al aus Fe-Al-phosphat. Dabei erhält man leicht zu hohe, wie auch zu niedere Al-Werte. Ersteres tritt ein nach Ragnar Berg (28), wenn beim Ausfällen des Al mit Ammoniak gleichzeitig Phosphorsäure und Kalk oder Magnesia da sind. Dann ist es nötig, Kalk und Magnesia durch basische Fällung in schwacher Essigsäure vom Fe zu trennen. Dabei enthält der Niederschlag Kieselsäure aus den benutzten Glasgefäßen. Man erhält dadurch Werte für das Al, die zum Teil der Kieselsäure zukommen. Zu niedere Al-Werte kommen von dem leichten Verlust der Phosphorsäure beim Auswaschen des Eisen-Al-Phosphatniederschlags mit H_2O und besonders beim Lösen und Umfällen mit Salzsäure. Ragnar Berg (29) empfiehlt deshalb den Vorschlag von Fresenius, einige ccm Dinatriumphosphat beim letzten Umfällen hinzuzugeben.

Die direkte Al-Bestimmung wird auf verschiedenen Wegen gesucht. Das colorimetrische Verfahren benützt Alizarin, Morin und Aurintrikarbonsäure. Myers, Mull und Morrison (30) fanden bei der Bestimmung des Al-Gehaltes tierischer Organe, daß die Anwendung der Aurintrikarbonsäure für Al-Mengen von weniger als 0,1—0,5 mg Al auf 100 g Gewebe paßt, bei über 1,0 mg Al jedoch ungenaue Resultate liefert. Lehmann (31) fand mit Alizarin keine befriedigenden Resultate, dagegen mit Chinalizarin und Aurintrikarbonsäure, sowie mit Morin in phosphor- und eisenfreien Lösungen. Eine noch bessere Methode der direkten Bestimmung des Al-Gehaltes beschreibt Richard Berg (32), nämlich auf gewichts-analytischem Wege durch Trennung des Al vom Fe mittels o-Oxychinolin.

Ferner kann auch auf spektroskopischem Wege Al in Nahrungsmitteln bestimmt werden.

Es gelingt also wohl, Al sicher nachzuweisen, jedoch sind die quantitativen Ergebnisse noch reich an Unstimmigkeiten.

Aus der am Schlusse des Abschnittes angeführten Tabelle des Al-Gehaltes einiger wichtiger Nahrungsmittel ist ersichtlich, daß pflanz-

liche Substanz im allgemeinen viel mehr Al enthält, als tierische. Eine Tatsache, die später bei den speziellen Untersuchungen der tierischen Organe noch deutlicher vor Augen tritt. Die höheren Al-Werte bei den Pflanzen rühren nicht allein von nicht ganz zu entfernendem Al-haltigem Staub her, sondern R a g n a r B e r g (29) fand, daß auch ganz geschälte Früchte, vor allem Nüsse, weit höheren Al-Gehalt haben. Al ist also für die Pflanze so lebensnotwendig wie für das Tier, und wird von ihr reichlich gespeichert. Über das Auftreten des Al in den Pflanzen schreibt F. H a r d y (33), daß Al im pflanzlichen Organismus in 4 Formen auftreten kann und zwar 1. als Jon; 2. als komplexer Kolloidelektrolyt; 3. als komplexes Anion und 4. als organische Verbindung. Die beiden ersten Formen wirken toxisch, jedoch bei den verschiedenen Pflanzen verschieden stark. Die nicht giftigen Formen werden von gewissen Geweben der Pflanzen gespeichert und verursachen dort Stoffwechselstörungen. Diese Fähigkeit der Al-Speicherung der Pflanzen ist für uns von großem Interesse, fehlt sie doch dem tierischem Organismus, wie noch aus Versuchen gezeigt werden wird.

Aus R a g n a r B e r g (34), mg in 100 g Organ:

Rindfleisch, Braten, mager	0,27	mg Al
Schweinefleisch, Schinken, geräuchert	0,48	„ „
Karpfen, ohne Gräten	1,64	„ „
Hühnerei, ohne Schale	0,05	„ „
Butter	0,16	„ „
Reis, halbgeschält	1,01	„ „
Kommisbrot	0,12	„ „
Simonsbrot	7,47	„ „
Knäckebrot	10,76	„ „
Weißbrot	0,12—0,6	„ „
Zwieback	3,2	„ „
Kartoffel, geschält	0,05	„ „
Weißkraut	2,01	„ „
Grünkohl	4,51	„ „
Rosenkohl	3,55	„ „
Spinat	0,48	„ „
Äpfel	0,05	„ „
Kirschen	0,04	„ „
Apfelsine	0,06	„ „
Walnüsse	1,8	„ „

nach C. M a s s a t s c h (35):

Milch	0,05	mg Al
Brot	0,15	„ „
Tomaten	0,17	„ „

Rotkohl	0,09 mg Al
Blumenkohl	0,085 „ „
Weißkohl	0,065 „ „
Äpfel	0,27 „ „
Kakao	1,6 „ „

nach Lehmann (31):

Gelbe Erbsen, frisch	2,6 mg Al
Mais	2,0 „ „
Roggen	1,6 „ „
Weizen	1,4 „ „
Kartoffel, geschält	0,87 „ „
Weißkraut	0,6 „ „
Rindfleisch	1,7 „ „

Die gefundenen Werte bei den 3 Autoren schwanken. Der Grund dafür liegt wohl an den verschiedenen Bestimmungsmethoden, wie oben beschrieben.

Nach obigen Werten ergibt sich der Al-Gehalt einer gewöhnlichen Ernährung wie folgt:

250 gr Fleisch	4,2 mg Al
1 Ei	0,05 „ „
300 gr Milch	0,15 „ „
650 gr Brot	9,0 „ „
500 gr Kartoffel	4,35 „ „
500 gr Gemüse und Obst	10,0 „ „
100 gr Butter	0,16 „ „

Wir finden zusammen 28,91 mg Al und können somit im Mittel 30 mg Al täglich als physiologische Aufnahme erklären.

Al-Abgabe der Geschirre beim Zubereiten und Aufbewahren von Speisen und Getränken.

Wasser.

Die ersten Versuche über die Löslichkeit des Al in Wasser stammen von Plagge (21), der fand, daß in dest. Wasser erst nach 24stündigem Kochen in einem Al-Gefäß geringe Spuren nachgewiesen werden konnten. Ähnlich beurteilt er Trink- und Gebrauchswasser. In eingehenden Untersuchungen beschäftigten sich Ohlmüller und Heise (23) mit der Frage. Ihr Ergebnis ist aus folgender Zusammenstellung ersichtlich:

Es lösten auf je 100 cm² Oberfläche berechnet, in

2	Tagen	dest.	Wasser	bei	Zimmertemperatur	0,36	mg	Al
4	„	„	„	„	„	1,02	„	„
6	„	„	„	„	„	1,22	„	„
3	Std.	Schütteln	„	„	„	0,00	„	„
1	Tag	Wasserleitungswasser			„	1,74	„	„
2	„	„			„	1,89	„	„
4	„	„			„	3,12	„	„
6	„	„			„	4,38	„	„
½	Std.	dest.	Wasser	im	Kochversuch	Spuren		
½	„	Wasserleit.-Wasser			„	4,45	„	„

Bei den Versuchen mit dest. Wasser war die Metallfläche unverändert. Dagegen zeigten sich beim Leitungswasser verhältnismäßig feste, körnige Auswüchse bis zur Größe eines Stecknadelkopfes, in denen die Autoren Al, Kohlensäure, Eisen und Kalk nachwiesen. Nach ihrer Entfernung kamen unregelmäßige Erosionen zum Vorschein. Die Al-Abgabe an das Wasser nimmt mit der Dauer des Versuches ab, wie wir aus vorstehenden Zahlwerten sehen. Es kommt dies von einer schützenden Oxydschicht, die fest auf der Metallfläche haftet. Eine Tatsache, auf die wir im Verlaufe der weiteren Besprechungen noch öfter stoßen werden. Noch geringere Al-Mengen fand Rupp (36), der nach 8tägigem Stehen von Trinkwasser in einem Al-Becher kein Al nachweisen konnte und nach 1½stündigem Kochen nur 0,1 mg. Diese Differenzen liegen entweder in der Unzuverlässigkeit der Bestimmungsmethoden oder darin, daß Wässer verschiedener Härte und Aktivität verwendet wurden.

Daß dieser Umstand von wesentlicher Bedeutung ist, wies C. Massatsch (35) eindeutig nach und kam zu interessanten Wahrnehmungen. Bei seinen Untersuchungen verwandte er Wässer von Dresden, Bremen, Rheinlande und Berlin; letzteres sowohl direkt von der Zapfstelle entnommen, wie auch in mittels Permutit- und Kalk-Sodaverfahrens gereinigtem Zustande. Dünne Blättchen von 1—2 mm Stärke und 30—35 mm² Fläche aus Reinaluminium wurden in Glaszylinder 4 Wochen eingehängt, so daß sie von dem betreffenden Versuchswasser umspült waren und nun bei verschiedenen Temperaturen auf die Gewichtsabnahme geprüft. Bei Zimmertemperatur nahmen alle Blättchen ab und zwar steigend mit dem Härtegrad, so daß das Permutitwasser die geringste Angriffsfähigkeit äußerte. Anders war der Erfolg bei Temperatur von 80° und bei Kochversuchen. Hier zeigten die weichen und alkalischen Wässer eine den harten weit überlegene Agressivität. Der Grund dafür ist darin zu suchen, daß die harten Wässer durch Niederschlagsbildung imstande sind, eine weitgehende Schutzvorrichtung gegen weitere Angriffe zu bilden, was besonders

auch darin zum Ausdruck kommt, daß mit der Kochdauer die Al-Abgabe abnimmt. Den weichen und alkalischen Wässern fehlt die Fähigkeit der Niederschlagsbildung und sie lösen die sich bildende Schutzschicht aus Tonerde immer wieder auf. Jedoch beträgt die Al-Abgabe eines weichen Wassers von der Gesamthärte 5,74° bei 5minutenlangem Kochen im L nur 8,3 mg. Nun wird im Haushalt das Wasser, das in eine Speise kommt, im allgemeinen nur aufgekocht und der einzelne Mensch bekommt nie ein ganzes L, so daß die Aufnahme selbst im ungünstigsten Falle nur 1—2 mg betragen dürfte, ein tagelanges Stehen des Wassers kommt für Trinkwasser gar nicht in Frage.

Säuren.

Da die Säuren als die stärksten Feinde der Metallgeschirre bekannt sind, interessiert vor allem ihr Verhalten zum Al-Geschirr. Eingehende Prüfungen wurden von Ohlmüller und Heise (23) gemacht. Sie untersuchten die wichtigsten in Frage kommenden Säuren bei verschiedenen Temperaturen und verschiedener Versuchsdauer. Ihr Ergebnis ist im Folgenden zusammengestellt:

Auf je 100 cm² Oberfläche berechnet, lösten bei Zimmertemp.				
in 2 Tagen	1%ige Essigsäure		1,61	mg Al
„ 2 „	1%iger Essig		4,03	„ „
	„ „	bei 3stdg. Schütteln	1,36	„ „
„ 4 „	„ „		6,29	„ „
„ 6 „	„ „		6,61	„ „
„ 2 „	2%ige Weinsäure		0,65	„ „
„ 4 „	„ „		1,37	„ „
„ 6 „	„ „		1,93	„ „
„ 2 „	2%ige Zitronensäure		0,56	„ „
„ 4 „	„ „		1,61	„ „
„ 6 „	„ „		1,82	„ „
„ 4 „	2%ige Gerbsäure		0,39	„ „
„ 8 „	„ „		0,24	„ „
„ 2 „	2%ige Kochsalzlösung		3,21	„ „
„ 4 „	„ „		6,80	„ „
„ 6 „	„ „		8,60	„ „
„ 2 „	2%ige Kochsalzlösg. + 1%ige Essigsäure		10,72	„ „
beim Kochen in ½ Std.	1%ige Essigsäure		13,03	mg Al
„ „ „	„ „	8%ige Weinsäure	18,95	„ „
„ „ „	„ „	5%ige Buttersäure	11,25	„ „
„ „ „	„ „	2%iges Kochsalz	0,85	„ „

Die Oberfläche der Geschirre zeigte im allgemeinen keine bemerkenswerten Veränderungen. An Boden und Seitenwänden waren kleine Tonerdeauswüchse zu sehen und nach deren Entfernen entsprechende Erosionen. Jedoch waren die Auswüchse nicht so fest und körnig wie beim Leitungswasser beschrieben. Am stärksten war die Wirkung bei den Salzlösungen, die im Gegensatz zu dem gleichmäßigen Angriff der Säuren einzelne Stellen besonders bevorzugten.

Auffallend ist an den Versuchsergebnissen, daß der Kochsalzlösung ein viel stärkeres Lösungsvermögen eigen ist als den Säuren. Jedoch am bedeutsamsten ist die gemeinsame Wirkung von Salzlösung und Säure. Die Erklärung dafür liegt darin, daß keine einfache Summierung der Wirkungen stattfand, sondern daß durch die organische Säure die Oberfläche stets rein erhalten wird und durch direkte Ablösung von Metall erneuert wurde, so daß dadurch die Kochsalzwirkung in hohem Maße gefördert wurde. Auf die gleiche Weise läßt sich auch erklären, daß der 1%ige Essig 3mal so viel Al löst, wie 1%ige Essigsäure, denn der käufliche Essig ist nie frei von Salzen. Umgekehrt nimmt beim Steigen der Temperatur die Löslichkeit in der Salzlösung stark ab, während sie in der Säure zunimmt. Dies finden wir von Plagge (21) bestätigt, der auch darauf aufmerksam machte, daß bei längerer Einwirkung einer Säure auf dem Metalle eine gelbliche Schutzschicht aus Siliciumteilen die weitere Abgabe verhindert. Die Einwirkung anderer Säuren untersuchten Lunge und Schmidt (37). Sie benützten 5%ige Milchsäure, 3%ige Buttersäure, 4%ige Borsäure und 1/400% Salicylsäure. Dabei zeigte letztere ein relativ großes Lösungsvermögen.

Einen Vergleich der Widerstandsfähigkeit von Kupfer, Zink, Zinn und Blei stellte H. Fleck (38) an. Auf 100 cm² Oberfläche löste 1%ige Essigsäure in 24 Stunden:

von	Blei	1231,70 mg
„	Zink	141,40 „
„	Zinn	29,25 „
„	Cu	19,35 „

(nach Ohlmüller und Heise (23)).

Einen überaus günstigen Platz nimmt hiernach Al unter den gewöhnlich zu Geschirren im Haushalt benützten Metallen ein. Daraus allein können wir jedoch noch nicht schließen, daß Al auch das unschädlichste Metall ist; aber behufs seiner Abnützbarkeit, die ihm immer vorgeworfen wird, haben wir danach einen schlagenden Gegenbeweis.

Selbst Säuren sind nicht imstande, Al-Geschirre in besonderem Maße anzugreifen und es kommt daher bei den üblichen Verhält-

nissen im Haushalt nur zu äußerst geringen Al-Abgaben von höchstens einigen mg pro Kopf. Obwohl sich auch bei längerer Benützung eine Schutzschicht bildet, ist Al doch, wie alle Metallgefäße, für dauerndes Aufbewahren von Säuren ungeeignet.

Wein.

Die Aufmerksamkeit auf das Verhältnis des Weines zum Aluminium lenkte eine Nachricht (39), wonach eine Aluminium-Feldflasche nach mehrwöchigem Inhalt von weißem Tischwein durchlöchert wurde. Diese ungeheure Wirkung konnte in Versuchen nicht erzielt werden. So ließ Rupp (36) Weißwein mit 0,7% Säure und Rotwein erst je 8 Tage, dann je 28 Tage in einer Aluminium-Feldflasche stehen. Das Gewicht der Flasche nahm bei der 72tägigen Einwirkung um 0,007% ab. Auch Ohlmüller und Heise (23) ließen 500 ccm Rotwein 4 Wochen lang stehen und fanden bei einer Angriffsfläche von 100 cm² nur 10,5 mg Al gelöst. Dabei war die äußere Beschaffenheit des Weines unverändert. Zu einem entsprechenden Ergebnis kamen auch Lunge und Schmid (37), die bei einer Angriffsfläche von 100 cm² in 6 Tagen 3,1 mg Al fanden. Dies wäre für eine Feldflasche von 600 cm² Innenfläche pro Tag 3,1 mg Al.

Bier.

Das Brauereiwesen hatte sich die Vorteile des Al-Metalls rasch zunutze gemacht und Al-Geschirre kommen in der Brauerei dauernd in Berührung mit Bier. Es war deshalb unumgänglich, seine Angriffsfähigkeit festzustellen. 1891 stellte Rupp (36) eine ganz geringe Löslichkeit fest und zwar fand er nach 2 Tagen eine Gewichtsabnahme des Gefäßes von 0,001%. Lunge und Schmid (37) konnten nach 6 Tagen kein Al finden. Im selben Jahr kam ein Gutachten von Aubry (40). Dieser ließ 3 Wochen lang Bier bei ca. 10—12° C. in einem Al.Gefäß lagern. Die in Lösung gegangene Menge belief sich auf wenige mg. Auch gärendes Bier, dessen CO_2 das Al kaum angriff, – spezielle Versuche von Neumann-Wender (41) mit feuchter und trockener CO_2 bestätigen dies — verhielt sich so. Auch Gärgefäße aus Al wurden auf ihr Verhalten zu Würze und Hefe geprüft. Es ergab sich keinerlei geschmackliche Beeinflussung und auch keine Benachteiligung der Hefe in ihrer Entwicklung. Al-Geräte sind also gut zum Aufbewahren und Transport des Bieres, wie auch zu Gärgefäßen geeignet.

Cognac.

In der Reihe seiner Untersuchungen über die Eignung des Al-Geschirres im Heeresdienst hat Plagge (21) auch des für das Sanitätswesen nicht unwesentlichen Cognac gedacht. Er fand nach länge-

rem Verbleiben desselben in Al-Feldflaschen eine leichte braune Trübung. Dies wird von Ohlmüller und Heise (23) bestätigt, die die trübmachenden Flöckchen untersuchten und feststellten, daß sie aus Tonerde und organischer Substanz, wie die schon oben beschriebenen Auswüchse an der Wandfläche bestanden. Eine Änderung des Geschmackes und Geruchs trat nicht ein. Die Löslichkeit selbst betrug nach 3stündigem Schütteln 0,35 mg auf 100 cm². G. Rupp (23) fand selbst nach 8tägigem Stehen noch weniger. Es handelt sich also um ganz verschwindende Mengen von gelöstem Al, die bei einem Schluck Cognac aus einer Al-Feldflasche absolut unbedeutend sind.

Branntwein.

Der Branntwein, der ebenfalls beim Heere, wie auch vom Zivilisten auf Wanderungen häufig in kleinen Feldflaschen mitgeführt wird, verhält sich in seiner Einwirkung auf das Al nicht anders wie der Cognac. Die Löslichkeit betrug ebenfalls 0,35 mg pro 100 cm² nach 3stündigem Schütteln. Bei längerem Aufbewahren fanden Lunge und Schmid (37) in 6 Tagen 1,2 mg Al. Eine leichte Trübung, die bei tagelangem Aufenthalt eintrat, war nicht bräunlich wie beim Cognac, sondern weiß.

Citronenlimonade.

Ihres Gehaltes von 2% Citronensäure wegen, war ihre Löslichkeit nach 3stündigem Schütteln 1,2 mg pro 100 ccm (23). Erinnern wir uns aber des oben beschriebenen Versuchs mit Säuren, dann fällt uns ein, daß mit der Zeit des Aufenthalts der Säuren in Al-Gefäßen die Abgabe infolge einer Schutzschicht von selbst abnimmt. Zudem wird Citronenlimonade nicht tagelang in Al-Gefäßen aufbewahrt.

Kaffee.

Auch ihm kommt nur ein ganz minimales Lösungsvermögen zu, das nach Ohlmüller und Heise (23) nach 3stündigem Schütteln heiß eingefüllten Kaffees nur 0,3 mg pro 100 cm² beträgt. Nach 6 Tagen fanden Lunge und Schmid (37) 0,46 mg gelöst. Berechnen wir nach diesem Resultat die abgeschiedene Al-Menge, wenn der Kaffee heiß eingefüllt einen Tag lang in einer Feldflasche getragen wird, so finden wir bei 1 l Inhalt und 600 cm² Angriffsfläche 0,45 mg Al tgl. Plagge (21) fand, daß ein Soldat an 1 Tage 0,8 mg Al durch Kaffee zugeführt bekommt. Der Geschmack des Kaffees ändert sich nicht, in geringem Maße tritt die übliche Trübung auf.

Tee.

Neben leichter Trübung fand Rupp (36) nach 8tägigem Stehen in einem Al-Gefäß geringe Spuren von Al. Lunge und Schmid (35) konnten überhaupt kein gelöstes Al nachweisen.

Milch und Butter.

Nach 4tägigem Aufbewahren von Milch in einem Al-Gefäß, wobei diese inzwischen sauer geworden war, fand Rupp (36) eine Gewichtsabnahme des Gefäßes von 0,005%, also nicht ganz so viel wie bei Wein. Die Agressivität des Butters ist noch geringer als die der Milch.

Käse.

Spezielle Untersuchungen auf Al-Abgabe bei der Herstellung von Käsequark wurde wegen der fast allgemeinen Verwendung des Aluminiums bei der Käsefabrikation, von der preußischen Versuchs- und Forschungsanstalt für Milchwirtschaft (42) angestellt. Bei Käsungsversuchen in 100 l-haltigen Al-Dampfkäsewannen wurden 0,0015% Al in der Käsemasse gefunden. Bloß eine unbedeutende Menge. Interessant sind auch die Versuche über den Einfluß des gelösten Al auf die zu Sauermilch-Käsereifung notwendigen (Oidium lactis, Kahmhefe, Streptobact. casei, Bact. linens) und schädlichen (Bact. vulgare, bact. coli) Mikroorganismen. Sie ergaben, daß Al auf die in Frage kommenden Mikroorganismen erst bei einem Gehalt schädlich wirkt, der weit über dem in der Praxis vorkommenden liegt. Nützliche wie schädliche Keime werden gleich benachteiligt. Besonders konnte keine Förderung der Coli-, Typhus- und Paratyphusbazillen beobachtet werden.

Al-Abgabe bei küchenmäßiger Speisezubereitung.

Wir kennen bereits den Al-Gehalt der Nahrungsstoffe. Damit kann jetzt der Al-Gehalt nach üblicher Kochweise der Speisen in Al-Geschirren verglichen werden. Da der natürliche Al-Gehalt an sich schon gering ist, muß leicht bestimmt werden können, wenn wesentliche Mengen während des Kochens aufgenommen werden würden; am besten geschieht es auf gewichtsanalytischem Wege. Interessante Versuche in dieser Weise machte C. Massatsch (35). Seine Resultate seien, da sie überaus wichtig sind, im Folgenden aufgeführt:

1. Rührei mit Speck (5 Eier, ¼ Pfd. Speck) 8 Min.	0,3	mg Al_2O_3
2. Wie 1., doch nur die Hälfte	0,16	„ „
3. Kakao (1 l Wasser, 30 gr Kakao, 50 gr Zucker)	2,7	„ „

4. Weißkohl ohne Fett (1 kg Kohl, $^1/_8$ l Essig (Essenz) 2 Std. 66,0 mg Al_2O_3
5. Weißkohl mit Fett (650gr Kohl, $^1/_8$ l. gewöhnl. Essig, 50 gr Fett. Mit dem Fett wurde auch die Wand des Topfes vorher ausgestrichen) 12,0 „ „
6. Gulasch (1 Pfd. Fleisch, 1 Zwiebel, ca. ¼ Pfd. Fett, Salz) 0,5 „ „
7. Bouillon mit Rindfleisch (1½ l Waser, 1 Pfd. Rindfleisch, Suppengrüns, Salz) 2 Std. 2,7 „ „
8. Wie 7., doch ohne Kochsalz, das an sich Al-frei war 1,6 „ „
9. Kuchen (50 gr Fett, 70 gr Zucker, 1 Ei, 1 Eßl. Milch, 1 Teelöffel Backin (Al-frei), ½ Pfd. Mehl, etwas Salz, Form mit Fett ausgestrichen) 1,83 „ „
10. Apfelmus (2 Pfd. Äpfel ohne Zucker) ¾ Std. 46,0 „ „
11. Wie 10. 54,0 „ „

Daraus ergibt sich, daß nennenswerte Mengen von Al nur in stark saure Speisen übergehen. Dies namentlich bei Versuch 5, wo statt des üblichen Essigs, die Essenz verwendet wurde. Doch wird das Lösungsvermögen durch den üblichen Zusatz von Fett stark herabgesetzt. Bei dem Einkochen der Äpfel machte sich die Fruchtsäurewirkung bemerkbar, so daß eine stärkere Al-Menge gelöst wurde. Nehmen wir aber an, eine Person esse von den einzelnen Speisen den 4. Teil, so bekommt sie im ungünstigsten Falle nach Genuß von ¼ Speise 5) und ¼ Speise 10 zusammen erst 15 mg Al.

Einen den Versuchen von Massatsch entsprechenden beschreibt Lehmann (31). Er nahm 750 gr Fleisch, 950 gr Weißkraut, 900 gr Kartoffel, 30 gr Kochsalz und 2000 ccm Wasser, Kochdauer 3 Std. Nach dem Kochen fand er 23,4 mg Al. Nach dem weiter oben erwähnten von Lehmann festgestellten Al-Gehalt der Nahrungsmittel wäre zu erwarten gewesen:

900 gr Kartoffel	8,2	mg Al
250 gr Fleisch	11,2	„ „
950 gr Weißkraut	5,7	„ „
zusammen	25,1	mg Al

Er fand also weniger Al in der Speise nach dem Kochen in Al-Geschirr, als die einzelnen Nahrungsmittel natürlich enthalten. Dies läßt sich durch die Kleinigkeit der Werte, um die es sich hier handelt, erklären. Zum mindesten zeigt dies aber, daß keine sichtbaren Mengen Al aufgenommen werden. Wir haben bei der Berechnung des Al-Gehalts der natürlichen Nahrung festgestellt, daß pro Kopf täglich höchstens 30 mg Al aufgenommen werden. Nehmen wir nun an, es kommt hierzu noch eine besonders saure Speise, oder eingekochtes Obst, die wie bekannt, das Al-Geschirr am heftigsten angreifen, so

müssen wir noch höchstens 20 mg dazu rechnen. Somit würde die täglich aufgenommene Al-Menge im äußersten Falle 50 mg betragen. Diese Dosis gilt, soweit kein Al-haltiges Backpulver beim Backen verwendet wird, wie es in Amerika in hohem Maße üblich ist, wo der weitaus größte Teil aller Backpulverfabrikate Al in Form von Alaun enthält. Das damit gebackene Brot soll vielfach frisch ca. 50 mg Al auf 100 gr enthalten (L e h m a n n (31). Bei einer täglichen Brotmenge von 650 gr nähme der Mensch dadurch 325 mg Al, auf, d. h. pro kg (bei 70 kg Körpergewicht) 4,6 mg. Das wäre das zehnfache der bei uns unter üblichen Verhältnissen aufgenommenen Al-Menge. Trotz dieser verhältnismäßig gewaltigen Menge wurde nie auch nur die geringste Benachteiligung der Gesundheit der Bevölkerung beobachtet, ein Beweis für die absolute Harmlosigkeit des Al-Geschirrs.

Interessant sind die Untersuchungen der Nahrungsmittelchemiker Dr. S e r g e r und Dr. N e h r i n g (43), die 75 Speisen nach dem Kochbuch in Al-Geschirren zubereitet, auf ihren Al-Gehalt prüften. Sie kamen zu denselben Resultaten wie oben. Gleichzeitig verglichen sie die Speisen mit solchen in Emaillegeschirren gekochten und fanden keinen Unterschied in Aussehen und Konsistenz und einen kaum merklichen im Geschmack der sauren Speisen, deren Mindergehalt an Säure bei den in Al-Geschirren gekochten, aber nur vom kritisch eingestellten Sachverständigen festgestellt werden konnte.

Als nächste Frage erhebt sich die, wie sich das einmal aufgenommene Al zum Körper verhält und in welchen Mengen genossen Schädigungen auftreten. Die Beantwortung werden die Ergebnisse zahlreicher Tierversuche im Folgenden geben.

T i e r v e r s u c h e.

Wir erinnern uns, daß, wie schon im Anfang der Arbeit angeführt, S i e m (20) die ersten Tierversuche mit Al machte und die Dos. let. bei subkutaner Injektion bei 250 mg pro kg Körpergewicht fand. Durch O h l m ü l l e r und H e i s e (23) wird dieses Resultat etwa bestätigt, die nach Injektion von 218,3 mg Al keine wesentliche Schädigung, dagegen mit 434,8 mg pro kg den Eintritt des Todes erreichten. Viel wichtiger ist es, zu erfahren, wie sich das auf üblichem Wege mit der Nahrung aufgenommene Al verhält. In erster Linie ist seine Löslichkeit im Magen-Darmkanal von Bedeutung. V. C. M y e r s und J. A. K i l l i a n (44) verabreichten 20 Versuchspersonen 15 -20 mg Al. Die in löslicher Form im Mageninhalt wiedergefundene Al-Menge betrug 2—20% der zugeführten. Dabei schien die Löslichkeit nicht direkt von der Magenacidität abhängig zu sein. Die Untersuchung des Dünndarminhalts ergab dieselben Verhältnisse wie im im Magen. R a g n a r B e r g (29) erklärt die geringe Löslichkeit so,

daß besonders organisch saure oder neutrale stark verdünnte Lösungen der Al-Salze bei längerem Stehen, schneller noch in der Wärme, unlösliche Niederschläge von basischen Salzen bilden. Diese brauchen zu ihrer Lösung starke Säurekonzentrationen. Dieselben Verhältnisse liegen bei der Al-enthaltenden zugeführten Nahrung vor. Damit ist dann auch klar, daß im weiteren Verlauf des Verdauungskanals, im Darmsaft die Löslichkeit des Al noch weiter zurückgeht, bzw. ganz verschwindet. Eine ganz geringe Al-Resorption ist bei dem Verdauungsvorgang möglich.

Al-Gehalt der tierischen und menschlichen Organe.

Daß in tierischen Organen tatsächlich Al enthalten ist, haben wir schon bei der Untersuchung der Nahrungsmittel gesehen und dort weiter erfahren, daß im pflanzlichen Organismus weit mehr Al vorgefunden wird; und ferner, den Pflanzen die Fähigkeit zur Speicherung des Al zukommt, wobei eine funktionelle Störung des Organismus eintritt (33). Ob diese Fähigkeit der Speicherung und nachfolgenden Schädigung dem tierischen Organismus auch eigen ist, untersuchten V. C. Myers and J. W. Mull (45). Zu ihren Versuchen benützten sie Ratten und stellten den Al-Gehalt fest nach Al-freier, normaler und Al-reicher Kost und ferner nach intraperitonealer Al-Injektion. Entsprechende Versuche machten V. C. Myers und D. B. Morrison (46) mit Hunden. Das Ergebnis ist in folgenden Tabellen zusammengestellt:

I. Rattenversuche. mg in 100 gr Organ

	Al-frei	Normal	Al-Fütterung	Al-Injektion
Leber	0,08	0,06—0,23	0,11—0,30	7,25—9,2
Herz	0,06	0,09—0,29	0,12—0,24	
Zunge	—	—	0,00—0,10	
Schilddrüse	—	0,18	0,16—0,21	
Nieren	0,07	0,15	0,00—0,10	
Milz		0,29	0,00—0,10	
Lunge	0,09	0,00—0,13	0,00—0,14	0,26—0,29
Gehirn	0,20	0,00—0,09	0,00—0,39	
Fötus	0,33	0,33	0,00—0,09	
Neugeborenes	—	0,10—0,33	0,06—0,15	
Blut	0,02	0,05—0,07	0,00—0,01	
Testikel	—	—	0,00—0,36	
Faeces	—	—	—	0,73—10,0

II. Hunde. mg in 100 gr Organ.

	Al-Fütterung	Normal	Al-Injektion
Leber	0,12—0,42	0,08—0,31	0,87—2,25
Galle	0,16—0,50	0,33—0,38	0,32—0,44
Herz	0,07—0,25	0,02—0,17	0,60—2,00
Nieren	0,04—0,13	0,06—0,14	0,33—1,56
Milz	0,04—0,17	0,03—0,14	—

Aus den Tabellen sehen wir, daß selbst in den Organen der Al-frei ernährten Ratten Al vorhanden ist und zwar Werte, die im Verhältnis zu denen bei normal gefütterten sehr hoch sind, diese sogar teilweise übertreffen. In den Organen der mit Al-Zugaben gefütterten Tiere finden wir selten mehr Al, als bei den normal gefütterten, häufig sogar weniger. Dabei fällt besonders auf, daß die Al-Werte derselben Organe innerhalb der gleich behandelten Gruppen größere Unterschiede aufweisen, als im Vergleich mit anders behandelten Tieren. Stark sind jedoch die Zunahmen bei Al-Injektionen, vor allem in der Leber, wo die Steigerung bis zum 60fachen des normalen Gehaltes gehen kann. Merkwürdigerweise hält damit der Al-Gehalt der Galle nicht Schritt. Im Gegenteil, er ändert sich kaum gegenüber normalen Verhältnissen. Da jedoch auch nach Aufhören der Al-Zufuhr die Al-Werte der Faeces sehr hoch waren, so ist anzunehmen, daß eine vermehrte Ausscheidung von Galle eine offenbar unmögliche Anreicherung derselben mit Al ersetzt. Dann würde also Al gallentreibend wirken.

Aus den Versuchen ergibt sich, daß durch die Nahrung der Gehalt der Organe an Al gesteigert wird, die noch nicht als Speicherung in den Geweben anzusprechen ist, sondern infolge der langsamen Ausscheidung durch die Galle nur vorübergehende Anstauung bedeutet.

Anatomische Veränderungen.

Französische Forscher (47) fütterten Hunde mit äußerst hohen Dosen bis zu 0,45% Alaun als Backpulver 8 Wochen lang. Bei diesen Dosen trat bei verschiedenen Hunden anfangs vorübergehend leichte Diarrhoe auf, die später verschwand. Der anatomische Befund war jedoch sehr gering. Im Verdauungstraktus wurde leichtes Ödem und oberflächliche Haemorrhagien im unteren Dickdarm gefunden. In der Leber waren einige kleine Nekrosen und in der Niere geringe epitheliale Entzündungen. Die Dosen, die hier verwendet wurden, kommen beim Menschen nie vor; selbst nicht unter den ungünstigsten Verhältnissen. Erhielten doch die Hunde auf 1 g Brot 4 mg Al, das macht bei 300 g Bot täglich 1,2 g Al; für einen 12 kg schweren Hund also pro kg 100 mg Al täglich. Für einen Menschen von 70 kg wären das

bei 650 g Brot tägl. 2,6 g Al, d. h. pro kg 37 mg Al. Bei Genuß derselben Menge von gewöhnlichem Al-Backpulver-Brot errechneten wir oben selbst im äußersten Falle eine Aufnahme von 4,6 mg Al pro kg. Das wäre erst der 8. Teil der von Hunden nach ohne wesentliche Wirkung ertragenen Dosen. Damit ist auch nichts gegen die Verwendung von Al-Backpulver einzuwenden, zumal es nicht erwiesen ist, ob die sehr hohe Al-Menge die Diarrhoe verursacht hat, oder das im verfütterten Brot enthaltene starke abführende Natriumsulfat.

Was weitere Einwirkungen des Al auf Tiere betrifft, so machten Myers und Mull (45) auf den Einfluß der Al-Fütterung auf Wachstum und Fortpflanzung aufmerksam. Sie fanden, daß die Wachstumskurven von Ratten bei täglicher Zufuhr von 2 mg Al anfangs etwas schneller ansteigen als die von Kontrollratten. Schädigung der Fortpflanzung konnten die beiden Autoren nicht finden. Im Gegenteil fanden sie bei Tieren mit Al-Zulagen eine größere Anzahl von Jungen als bei normal ernährten. Im ersten Punkte stimmen mit ihnen die Angaben der Franzosen (47) überein. Dagegen nehmen sie auf Grund ihrer Versuche mit der allerdings ihnen eigenen hohen Dosierung eine Schädigung der Fortpflanzung an.

Eine wertvolle Versuchsreihe, die in ihrer Großzügigkeit alle wesentlichen Gesichtspunkte einer möglichen Schädigung durch Al, namentlich in der Form, wie es mit der gewöhnlichen Nahrung aufgenommen wird, berücksichtigt, wurde in neuester Zeit von deutscher Seite veröffentlicht, von Steudel und Massatsch (48). Zur Al-Fütterung benützten sie

1. Kochrückstand nach Kochen von Wasser in Al-Geschirren, der neben Kalk und Magnesia 6% Al_2O_3 = 3,18% Al enthielt.
2. Pulveriges, reines, trockenes alkalifreies Alhydrat mit 65,4% Al_2O_3 = 34,7% Al.
3. Eine Paste, die 12,5% Al_2O_3 = 6,63% Al enthielt und durch Ausfällen von Al-Hydrat aus Alaun mittels Ammoniak und nachfolgender Dekantation mit destilliertem Wasser sulfatfrei gemacht, gewonnen wurde.

Als Versuchstiere diente junge Ratten von 30—40 g Gewicht und Hunde. Das Grundfutter war zusammengesetzt aus 800 g Casein, 80 g Cellulose, 600 g gehärtetes Pflanzenfett, 2360 g Reisstärke und 160 g Salzgemisch. Letzteres bestand aus 146,0 g Na Cl, 293,0 g $Na\ H_2\ PO_4 + H_2O$; 805 g $K_2\ HPO_4$, 456,0 g $Ca\ H_4\ (PO_4)_2$, 100 g Eisencitrat, 1098,5 g Calciumlaktat. Die Grundnahrung bekamen die Tiere in Form von Keks mit ca. 2 g Gewicht. Als vitaminhaltige Zulage erhielten sie 0,5—1 g Butter und 0,5 g mit Alkohol extrahierte Trockenhefe.

Von 20 Ratten dienten 5 als Kontrolltiere mit dem beschriebenen Grundfutter; die übrigen in 3 Gruppen zu je 5 geteilt, erhielten:

96 Tage jedes tägl. 3,18 mg aus Kochrückstand zus. 0,3072 g Al
118 „ „ „ 69,4 „ „ Al-oxydpulver „ 8,1892 „ „
118 „ „ „ 132,6 „ „ Al-Paste „ 15,65 „ „

Dieselben Mengen Al bekamen 3 Hunde im Gewicht von 9250 g, 8000 g und 10 700 g.

Der Erfolg war, daß alle Tiere ohne eine Störung ihrer Gesundheit und ihres Wachstums gediehen. Die Gewichtskurven der Kontroll- und Versuchstiere zeigten keinen Unterschied. Die Sektion der Ratten ergab völlig normale Verhältnisse. Lunge, Leber, Milz, Niere, Nebenniere und Hoden waren auch bei mikroskopischer Betrachtung ohne Veränderung. Die weiblichen Ratten wurden nach 3 Wochen trächtig. Schädigung der Fortpflanzungsfähigkeit konnte nicht beobachtet werden.

Was ergibt sich daraus?

Ein Hund von 10 700 g Gewicht erträgt ohne Schaden täglich 132,6 mg Al 118 Tage lang. Das ist pro kg 12,4 mg Al. Für einen Menschen von 70 kg wären es 868,0 mg tägl. Geradezu ungeheuer sind jedoch die Al-mengen, die den Ratten verabreicht wurden.

Wir sehen somit bestätigt, daß selbst Dosen, die ein vielfaches von den mit den üblichen Nahrungsmitteln aufgenommenen Al-mengen betragen, ohne die geringste Beeinträchtigung der Gesundheit, der Entwicklung, des Wachstums und der Fortpflanzung monatelang ertragen werden. Erst bei sehr hohen Dosen per os treten bei Tieren gewisse intestinale Reizerscheinungen in Form von Diarrhoeen auf. Die geringe Wirksamkeit des Al, selbst bei hohen Dosen, erklärt sich aus der schlechten Löslichkeit desselben im Magen-Darmkanal und der äußerst geringen Resorption, denn wie die chemische Untersuchung ergab, nahm bei Überdosierung der natürliche Gehalt der Organe nicht oder kaum zu. Nur die Leber als Kontroll- und Ausscheidungsorgan der Gifte zeigte eine vorübergehende Steigerung ihres normalen Al-Gehaltes, der jedoch infolge Hypersekretion der Galle wieder auf die Norm zurückkehrte. Bei intraperitonealer Injektion ist der Einfluß auf Leber und Galle deutlicher. Eine Speicherung des Al in den Geweben, wie sie den Pflanzen eigen sein soll, kommt somit beim tierischen Organismus nicht vor.

Krebs und Al.

Über kaum eine Krankheit wurde in den letzten Jahren so viel geschrieben, wie über das Karzinom. So reichlich die Zahl der Arbeiten, so mannigfaltig auch die Vermutungen über die Ätiologie des Krebses. Was wurde nicht alles beschuldigt, das ursächliche Mo-

ment dieser anscheinend immer weiter um sich greifenden Krankheit zu sein: Die rasche Lebensweise, Fleischkost, Fischkost, Reis, vitaminarme Kost, Luftverunreinigung etc., alles nur Vermutungen, stützen sie sich doch auf unbewiesene Zusammenhänge und es gelang mit Hilfe aller Wissenschaft und aller Forschung noch nicht, von ihnen eine feste Brücke zum bisher erkannten Wesen des Krebses zu schlagen. Manche oben genannter Anklagen stützen sich auf die Statistik und hier kann die Zahl der Kombinationen noch ins Unendliche führen, hat sich doch unsere Lebensweise in den letzten Jahrzehnten so mannigfach geändert und gleichzeitig damit die Zahl der Krebsfälle zugenommen. Warum sollte nun nicht auch einmal der Verdacht auf das Al, dessen Verwendung zu Kochgeschirren auch zugenommen hat, fallen?

Diesmal ist es nicht allein ein Amerikaner, sondern auch ein Schweizer, der Al einen schädlichen Einfluß vorwirft, indem er es als Erreger des Krebses bezeichnet. Doch worauf stützen sich ihre Beweise?

Der Amerikaner H e l d (24) hält sich nur an die Statistik. Er behauptet, daß in einigen Städten der U.S.A. der Krebs mit der zunehmenden Verwendung des Aluminiums als Kochgeschirr zugenommen habe. Der Schweizer Dr. O d i e r (49) geht auch von der Statistik aus und zwar von der Schweizerischen, aus der ein Überwiegen der Ca-Erkrankung der Verdauungsorgane zu ersehen ist. Er baut dann ferner noch auf 5 Fällen auf. Der erste betrifft Mann und Frau, beide aus unbelasteter Familie, die innerhalb dreier Monate an Magenkrebs erkrankten, nachdem Al-Geschirr im Haushalt eingeführt war. Bei den drei andern Fällen handelt es sich um Krebs der Speiseröhre, des Magens, der Leber und des Kehlkopfs, die 7—11 Monate nach Einführung des Aluminiums in den betreffenden Haushalt, auftraten.

Nun zur Statistik. Aus ihr bestätigt sich, daß allerdings die Zahl der Krebskranken stetig langsam zuzunehmen scheint. Vergleichen wir die Parallele zwischen dieser Zunahme und der Zunahme der Al-Verwendung in zeitlicher Hinsicht: Auf je 10 000 Lebende starben an Krebst nach der Statistik des Reichsgesundheitsamts (50) in Deutschland:

1890: 6,1	1895: 6,6	1900: 7,2	1905: 7,3
1910: 7,9	1915: 7,7	1929: 8,7	1925: 10,7

Die Krebsstatistik bewegt sich demnach bei uns seit 1890 in einer Geraden langsam aufwärts. Dem müssen wir die Statistik des Al-Verbrauchs entgegenstellen (47). Diese zeigt auch ein mäßiges Ansteigen von 1902 bis 1928 von ca. 3000 auf 6000 t. Im Jahre 1909 stieg sie jedoch auf einmal auf 12 000 und bis 1912 schon auf 22 000 t. Ähnlich war es in Amerika, wo der Verbrauch von 5000 t im Jahre

1908 auf 15 500 im Jahre 1909 und 28 000 im Jahre 1912 stieg. Vergeblich suchen wir in der Krebsstatistik nach einer dementsprechenden erheblichen Zacke in der Krebskurve. Auch in Amerika sind die Zahlen der Krebsfälle keineswegs mit dem Al-Verbrauch gestiegen. So nahm die Krebshäufigkeit der amerikanischen Metropolitan Life Insurance Company von 1911 bis 1922 nur von 82,6 auf 88,7 auf 100 000 Lebende auf, also eine direkte Parallele zu unseren Zahlen. Also aus der Statistik ist eine Beziehung zwischen Al und Krebs nicht ersichtlich. Zudem ist sehr fraglich, ob eine absolute Zunahme des Krebses anzunehmen ist, denn es sind hiebei einige Faktoren zu berücksichtigen. Einmal die viel häufigere Diagnose durch Zunahme der Ärzte, Operationen und Sektionen. Dann die Zunahme des Lebensalters; es waren in Deutschland im Jahre 1925 ungefähr 131 846 Menschen mehr über 65 Jahre alt, als im Jahre 1910, was indirekt die Krebssterblichkeit zu begünstigen vermag. Odier (49) legte auch mehr Wert auf das Überwiegen der Krebserkrankungen des Verdauungskanals. Dem muß gegenübergehalten werden, daß eben die maßgebliche Zunahme der Krebsfälle, wenn wir wie oben bemerkt, überhaupt von einer solchen reden dürfen, nicht den Krebs den Verdauungskanal betrifft, sondern den Lungen-, Brust- und Uteruskrebs. Zweifellos denkt sich Odier die Entstehung seines Al-Krebses als Folge eines chronischen Reizes durch Al-Aufnahme. Aus experimenteller Erfahrung ist aber bekannt, daß Krebs durch Reizung mit chemischen Mitteln, wie z. B. Teer oder Anilin erst nach viel späterer Zeit entsteht, als in den von Odier beschriebenen Fällen mit Al-Geschirr. Zudem sind Krebserkrankungen des Magens, der Speiseröhre und des Kehlkopfs meist erheblich fortgeschritten, wenn sie der Arzt zu sehen bekommt und ihr Beginn liegt weiter zurück, als Odier annimmt. Es ist also wohl anzunehmen, daß in allen seinen Fällen der Krebs schon jeweils vor der Benützung der Al-Geschirre vorhanden war. — Nach Blumenthal (52) müßte sich Al ganz anders verhalten, als alle anderen chemischen Substanzen, die erst nach jahrelanger Schädigung Krebs erzeugen, was er aber für ausgeschlossen hält auf Grund seiner eigenen Erfahrungen und des Studiums der gesamten Literatur. Auch vom Obersten Rat für Volksgesundheit, Paris, wurde die Veröffentlichung des Dr. Odier zurückgewiesen (54). Sehr interessant und ein wertvoller Beitrag zur Klärung dieser Frage ist die Untersuchung menschlicher Organe auf Al-Gehalt nach den verschiedensten Todesursachen, wie sie Myers und Mull (53) durchführten. mg Al in 100 g Organ:

Diagnose	Leber	Galle	Herz	Niere	Milz	Gehirn
Akuter Alkoholismus	—	—	—	—	—	0,14
Bronchopneumonie	0,10	-	0,13	0,06	0,05	0,45
Carcinom d. Ösophag.	0,09	0,17	0,14	0,06	0,13	–
Kardiorenale Insuffizienz	—	—	—	—	—	0,20
Diphterie	0,05	0,03	—	—	—	—
Herzschwäche	0,14	—	0,22	0,20	—	0,12
„ b. Lungentbc.	—	—	0,29	0,34	0,07	0,35
Lungentbc.	—	0,10	—	0,10	—	0,36
„	—	0,01	0,25	—	—	
Tbc. Bronchopneumonie	0,12	–	0,23	0,20	0,12	–
Milzhyperplasie	0,07	—	—	—	—	0,22
Peritonitus	0,05	0,05	0,27	0,02	—	—
Typhus	—	—	—	—	0,03	0,07

Es ergibt sich, daß keinerlei Zusammenhang zwischen der tödlichen Krankheit und dem Al-Gehalt der Organe besteht. Besonders weisen die Organe des an Carcinom Gestorbenen keine Steigerung des Al-Gehaltes auf. Nebenbei zeigt die Tabelle auch, daß der Al-Gehalt der menschlichen Organe mit dem der tierischen übereinstimmt und wiederum fällt die starke Schwankung beim Vergleich derselben Organe bei verschiedenen Menschen auf.

Weiter ist noch beachtenswert, daß in den Städten und Gegenden, in denen die Al-Industrie zuhause ist, eine Mehrerkrankung an Ca nicht festzustellen ist. Z. B. Lüdenscheid, Lauter, Nürnberg, Töging.

Aus allem, was wir über Al und das Ca. wissen, kann weder wissenschaftlich, noch nach der praktischen Erfahrung, noch statistisch eine Beziehung zwischen beiden festgestellt werden. Auf keinen Fall besteht ein Recht, das Al-Geschirr für den Krebs verantwortlich zu machen. Zu diesem Schluß kommt auch das Reichsgesundheitsamt, in dessen schon erwähnten Gutachten es heißt: Mit Bestimmtheit kann behauptet werden, daß Al weder imstande ist, Krebs zu erzeugen, noch zu verbreiten.

Damit ist auch der letzte und schwerste Vorwurf gegen die Verwendung des Al-Geschirrs erledigt.

Zusammenfassung.

Untersuchungen und Erfahrungen der früheren und neuesten Zeit zeigen vollkommene Übereinstimmung und führen zu folgendem Schluß:

1. Al kommt überall in der Natur sowohl in Pflanzen, wie in tierischen und menschlichen Organen vor. Es ist damit ein notwendiger Bestandteil des Organismus und unserer Nahrung. Die täglich durch natürliche Nahrungsmittel aufgenommene Al-menge beträgt pro Kopf ca. 30 mg.

2. Beim Zubereiten und Aufbewahren von Speisen und Getränken, namentlich sauren in Al-Geschirren, wird zweifellos Al aufgenommen. Bei üblicher Kochweise beträgt die hinzugekommene Menge höchstens wenige mg. Bei den ungewöhnlichsten Verhältnissen d. h. bei längerem Kochen von sauren Speisen in Al-Geschirren erhöht sich die Gesamt-Tagesmenge auf ca. 50 mg.

3. Vergleiche mit Speisen, die in anderen Geschirren zubereitet werden, ergeben keine Qualitätsunterschiede. Von allen gewöhnlich verwendeten Metallen weist Al die geringste Löslichkeit in Speisen auf.

4. Tierversuche beweisen, daß durch die vom Menschen durch die Nahrung aufgenommenen maximalen Al-mengen, selbst bei Verwendung des stark Al-haltigen Backpulverbrotes, eine Beeinträchtigung des Organismus ausgeschlossen ist. Es ist schon ein Vielfaches dieser Menge nötig, um krankhafte Erscheinungen hervorzurufen. Der Grund der Unschädlichkeit liegt in der Schwerlöslichkeit des Al im Magen-Darmkanal, der ganz geringen Resorption, der Unfähigkeit der Speicherung in den Geweben und der raschen Ausscheidung durch die Galle.

5. Beobachtungen bei Menschen, die absichtlich und unabsichtlich lange Zeit nur Al-Geschirre verwandten, ergaben keine Änderung des gesundheitlichen Befindens.

6. Auf Grund eingehender und vielseitiger Untersuchungen ist es ausgeschlossen, daß Al-Geschirr und Krebserkrankungen zusammenhängen.

Es besteht also keinerlei Möglichkeit, dem für Kochgeschirre usw. so vorzüglich geeigneten Al-Metall irgendwelche Schädlichkeit zuzuschreiben oder es gegen eine andere Geschirrform auszuspielen.

Zum Schlusse erlaube ich mir, Herrn Prof. Dr. Wolf für die Überlassung der Arbeit und die freundlichen Ratschläge ergebenst zu danken.

Literatur-Verzeichnis.

1) Sacher, A.: Zur Kenntnis der Zinksalze. Hygien. Rundschau 1894. Bd. 4. S. 322.

2) Kobert: R.: Lehrbuch der Intoxikationen. 1906. II. Band.

3) Teleky, L.: Vergiftungen durch Blei. Handb. d. soz. Hyg. II. S. 246.

4) Klostermann und Scholta K.: Über Erfahrungen während des Krieges mit den statt Cu-Kesseln zum Obsteinkochen verwendeten Gefässen in gesundheitlicher Beziehung. Arch. f. Hyg. 1917. **86.** S. 313.

5) Mylius, J.: Aus Wolffhügel: Über blei- und zinkhaltige Gebrauchsgegenstände. Arb. a. d. Kaiserl. Gesundheitsamt 2. S. 180.

6) Lehmann, K. B.: Einige Beiträge für Bestimmung und hyg. Bedeutung des Zinks. Arch. f. Hyg. 1897. **28.** S. 291.

7) Kost, E. und Weitzel, A.: Die Kenntnis des Vorkommens von Zink in den Ausscheidungen und Organen des Menschen und in unseren Lebensmitteln. Arb. a. d. Reichsgesundheitsamt. **51.** S. 494.

8) Lehmann, K. B.: Untersuchung über die hyg. Bedeutung des Zinns insbes. Konserven. Arch. f. Hyg. 1902. **45.** S. 88.

9) Ungar und Bodlaender: Über die toxischen Wirkungen des Zinns. Zeitschrift f. Hyg. 1887. **2.** S. 241.

10) Rohde, A.: Über die Angreifbarkeit der Nickelkochgeschirre durch organ. Säuren. Arch. f. Hyg. 1889. **9.** S. 331.

11) Tschirch: Das Kupfer vom Standpunkt der gerichtlichen Chemie. Toxikologie und Hygiene. Stuttgart. 1893.

12) Brandl, J.: Experimentelle Untersuchungen über die Wirkung, Aufnahme und Ausscheidung des Kupfers. Arb. a. d. Kaiserl. Gesundheitsamt. **13.** S. 104.

13) Poulsson: Lehrbuch der Pharmakologie. 8. Aufl. 1928. S. 510.

14) Flury, F.: Beitrag zur Frage der Gesundheitsschädigung durch antimonhaltiges Email. Zentralbl. f. Hyg. 1928. **16.** S. 441.

15) Rewald, B.: Beitrag z. Frage der Gesundheitsschädigung durch antimonhaltiges Email. Zentralbl. f. Hyg. 1928. **17.** S. 752.

16) Weyl, Th.: Über Fälle von Bleivergiftung durch einen schlecht emaillierten Kochtopf. Zentralbl. f. Hygiene. 1892. **11.** S. 269

17) Adrianoff: Schweizer med. Wochenschrift. 1930. **18.**

18) Makai, E.: Al-Folien in der tägl. Verbandtechnik. Zentralbl. f. Chirurgie 53. 1926.

19) Poulsson: Lehrbuch der Pharmakologie. S. 526.

20) Siem: Über die Wirkungen des Aluminiums und Berylliums. Diss. Dorpat 1886.

21) Plagge: Über Feldflaschen und Kochgeschirre aus Al. Hyg. Rundschau 1892. **2.** S. 904.

23) Ohlmüller und Heise: Untersuchungen über die Verwendbarkeit des Al für Herstellung von Eß-, Trink- und Kochgeschirren. Arb. a. d. K. Gesundheitsamt. **8.** S. 377.

24) Held, W.: Zeitschr. Golden Age. 1927. 213.

25) Betts: Aluminium Poisoning 1928; An Opinion upon Aluminium 1926.

26) Reichsgesundheitsblatt: 29. II. 1928.

27) Rose, Swarz, Mary: What place have aluminium, copper, manganese and zinc in normal nutrition? Ref. Zentralbl. f. Hyg. 1930. **21.** S. 196.

28) Berg, Ragnar: Bestimmung der Aschenbestandteile d. Nahrungsmittel. Chem. Zeitg. 1912. **56.**

29) Berg, Ragnar: Schädlichkeit des Aluminiums. Hauszeitschr. d. V. A. W. u. Erftwerk A.-G. für Aluminium. 1929. 7.

30) Meyers, V. C. Mull, J. W. and D. B. Morrison: The estimation of aluminium in animal Dissues. The Journal of Biologieal Chemistry. **78.** 1928.

31) Lehmann, K. B.: Kritisches und Experimentelles über die Al-Geschirre v. Standpunkt d. Hygiene. Arch. f. Hyg. 1930. **102.** S. 349.

32) Berg, Richard: Zeitschr f. analyt. Chemie. 1929. **28.**

33) Hardy, J.: The rôle of aliminium in soil infertility and toxicity. A Review. Ref. Zentralbl. f. Hyg. **14.** 1924. S. 296.

34) Berg, Ragnar: Die Nahrungs- und Genußmittel 1913.

35) Massatsch, C.: Über das Verhalten einiger Aluminiumsorten gegenüber Wässern verschiedener Herkunft, sowie über die Eignung von Reinaluminiumgeschirr für den Küchengebrauch, nebst Versuchen über die Einwirkung hydratischer Aluminiumformen auf den Organismus. Hauszeitschr. d. V. A. W. u. d. Erftwerk A.-G. für Al. 1929. **3.** S. 75.

36) Rupp, G.: Angreifbarkeit des Aluminiums aus **23.**

37) Lunge und Schmid: aus 23.

38) Fleck, H.: aus 23.

39) Belly: Mitteilg. d. Deutsch-Österr. Alpenvereins, 1891, aus 23.

40) Aubry, Verhalten des Aluminiums gegen Bier. Zeitschr. f. d. ges. Brauwesen. **15.** 1892. S. 183.

41) Neumann-Wender: aus 23.

42) Preuß. Versuchs- und Forschungsanstalt für Milchwirtschaft: Über die Löslichkeit in Aluminiumtöpfen u. Alu.-Käsewannen unter verschiedenen Bedingungen bei der Herstellung von Käsequark. Hauszeitschr. f. V. A. W. u. Erft-Werk A.-G. f. Al. 1929. **7.** S. 213.

43) Serger, S. und Nehring, E.: Die Aufnahme von Al aus Al-Geschirren bei der Zubereitung von Speisen. Hauszeitschr. d. V. A. W. u. Erftwerke A.-G. f. Al. 1929. **7.** S. 206.

44) Meyers, V. C. and Killian J. A.: The solubility in the stomach and duodenum of aluminium compounds found in baking powder residues. Journ. of biol. chem. 1928, **78.**

45) Meyers, V. C. and Mull, J. W.: The influence of the administration of aluminium upon the aluminium content of the tissues and upon the grewth and reproduction of rats. Journ. of biol. chem. 1928. **78.**

46) Meyers, V. C. and Morrison, D. B.: The influence of administration of aluminium upon the aluminium content oft the tissues of the dog. Jurn. of biol. chem. **78.** 1928.

47) Schaeffer, G., Fontès, G., Le Breton, E., Oberling, Ch., Thivolle, L.: Bulletins soc. scient. d. Hyg. aliment. 1928. **14.**

48) Steudel und Massatsch: Verhalten des Al im Tierversuch. In **35** S. 80.

49) Odier: Der Aluminiumkrebs. Les Néoplasmes. **3. 5.** 1925.

50) Reichsgesundheitsblatt: Sonderbeilage zu Nr. 30. **28. 7.** 1930.

51) Ullmann, Fr.: Enzyklopädie d. techn. Chemie. **1.** S. 286.

52) Blumenthal, F.: Al und Krebsverbreitung. Zeitschr. f. Krebsforschung. Bd. 30. **3.**

53) Meyers, V. C. and Mull, J.: The aluminium content of human autopsy Dissue. Journ. of biol. chem. 1928. **78.**

54) Bordes, F.: Vorbeugung gegen Krebs. Hauszeitschr. d. V. A. W. u. Erftwerk A.-G. f. Al. 1929. **7.** S. 208.

55) Ender, K.: Inaug.-Diss. aus d. Hyg. Inst. Tübingen (Prof. Dr. Wolf). 1914. Über den Pb-gehalt glasierter Tongeschirre.

56) Uglow, W. A.; Reberg, W. A.; Boltina, M. W.: Über den Pb-gehalt der Glasuren des Töpfergeschirres der ukrainischen Kleinindustrie. Zeitschr. f. Untersuchung d. Lebensmittel. 1930. 4. S. 379.

57) Frank, L.: Bl. f. Volksgesundheitspflege. 30. 1930.

Lebenslauf.

Am 14. 7. 1907 wurde ich, Hermann Eppinger, als Sohn des Oberlehrers Karl Eppinger, in Sulzach a. d. Murr geboren.

Ich besuchte daselbst die Volksschule von 1913—1916, sodann die Oberrealschule in Ludwigsburg bis zur Reifeprüfung 1925.

Das Medizinstudium begann ich im S.S. 1925 in Tübingen und bestand dort das Physikum im Herbst 1927. Die klinischen Studien setzte ich in Wien fort, (W.S. 27/28), dann in Kiel (S.S. 28), Freiburg (W.S. 28/29) und wieder Tübingen (S.S. 29, W.S. 29/30).

Das Staatsexamen bestand ich in Tübingen im S.S. 1930.